

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-244592

(P2000-244592A)

(43) 公開日 平成12年9月8日 (2000.9.8)

(51) Int.Cl.⁷

H 0 4 L 27/22
27/38

識別記号

F I

H 0 4 L 27/22
27/00

テームコード* (参考)

F 5 K 0 0 4
G

審査請求 有 請求項の数12 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平11-39654

(22) 出願日 平成11年2月18日 (1999.2.18)

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 家村 隆也

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(74) 代理人 100082935

弁理士 京本 直樹 (外2名)

Fターム(参考) 5K004 AA05 AA08 FA05 FG01 FG02

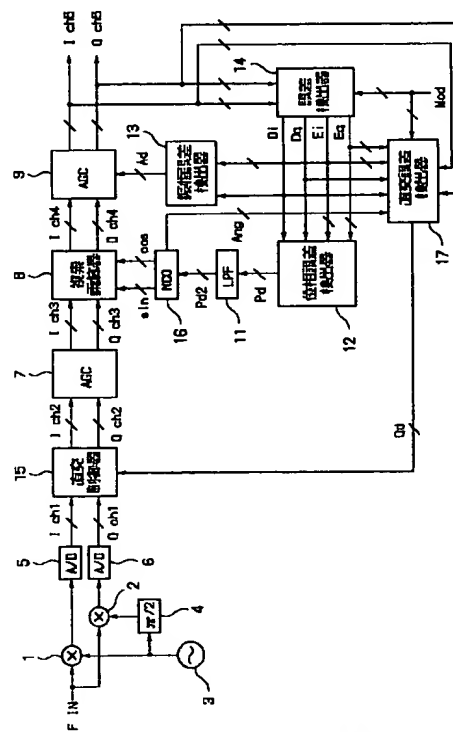
FH03 FH04 JA02 JC01

(54) 【発明の名称】 復調器

(57) 【要約】

【課題】 直交復調器の直交誤差を自動的に除去する。

【解決手段】 直交誤差検出器17は、誤差検出器14が出力する誤差信号E_i、E_q、極性信号D_i、D_q、及びNCOが出力する位相信号A_{ng}を用いて位相回転前の直交誤差を推定する。直交制御器15は直交誤差検出器17の出力する直交誤差信号Q_dを複素乗算することにより、複素乗算器8による位相回転後の誤差信号E_i、E_qから位相回転前の誤差信号を推定する。直交制御器15は、位相回転前の位置にあるので、この推定した誤差信号により直交誤差の除去を行う。



Best Available Copy

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 直交変調信号を受信し復調する復調器において、

受信信号を準同期検波して直交する 2 成分 (I c h、Q c h) を出力する準同期検波手段と、

前記準同期検波手段の出力の各成分の振幅差を補正すると共に、前記準同期検波手段の出力の周波数オフセットを補正して復調信号を出力する復調手段と、

前記復調信号から検出される各成分毎の誤差信号 (E i、E q) と極性信号 (D i、D q) に基づき直交誤差信号を推定する直交誤差検出手段と、

前記直交誤差信号に基づき前記準同期検波手段の出力と複素乗算処理して前記復調信号の直交誤差を除去する直交誤差除去手段とを有することを特徴とする復調器。

【請求項 2】 直交変調信号を受信し復調する復調器において、

受信信号を準同期検波して直交する 2 成分 (I c h、Q c h) を出力する準同期検波手段と、

前記準同期検波手段の出力の各成分の振幅差を補正すると共に、前記準同期検波手段の出力の周波数オフセットを補正して復調信号を出力する復調手段と、

前記復調信号の信号点の位置が対角線の位置であるかを判定する対角線判定手段と、

前記復調信号から検出される各成分毎の誤差信号 (E i、E q)、極性信号 (D i、D q) 及び前記対角線判定手段の出力に基づき直交誤差信号を推定する直交誤差検出手段と、

前記直交誤差信号に基づき前記準同期検波手段の出力と複素乗算処理して前記復調信号の直交誤差を除去する直交誤差除去手段とを有することを特徴とする復調器。

【請求項 3】 前記準同期検波手段は、前記受信信号の搬送波周波数とほぼ同一の周波数のローカル周波数を発振する発振器と、

前記発振器が発振する信号の位相を $\pi/2$ シフトさせる $\pi/2$ シフタと、

前記発振器および $\pi/2$ シフタの出力とそれぞれ前記変調信号を乗算する第 1、第 2 の乗算器と、

前記第 1、第 2 の乗算器の出力をそれぞれ A/D 変換する A/D 変換器とを有することを特徴とする請求項 1、2 記載の復調器。

【請求項 4】 前記復調手段は、前記直交誤差除去手段の出力を入力し、各直交成分の振幅差を除去する第 1 の A/GC 回路と、

前記第 1 の A/GC 回路の出力と数値制御発振器から出力される回転角信号とを乗算し前記周波数オフセットを除去する複素乗算器と、

前記複素乗算器の出力から振幅誤差信号に基づき復調信号を出力する第 2 の A/GC 回路とを有することを特徴とする請求項 1、2 記載の復調器。

【請求項 5】 前記復調手段は、さらに前記復調信号に

含まれる前記誤差信号と極性信号を検出する誤差検出器と、前記誤差信号と極性信号に基づき前記振幅誤差信号を出力する振幅誤差検出器と、前記誤差信号と極性信号に基づき位相誤差信号を出力する位相誤差検出器と、前記位相誤差信号を平滑した信号が入力される前記複素制御発振器とを有することを特徴とする請求項 4 記載の復調器。

【請求項 6】 前記誤差検出器は、前記復調信号の正規の信号点位置からの誤差を前記誤差信号として検出し、前記復調信号の符号ビットを前記極性信号として出力することを特徴とする請求項 5 記載の復調器。

【請求項 7】 前記振幅誤差検出器は、前記 E i と D i の乗算または E q と D q の乗算により前記振幅誤差信号を検出することを特徴とする請求項 5 記載の復調器。

【請求項 8】 前記位相誤差検出器は、前記 E q と D i の乗算結果から前記 E i と D q の乗算結果を減算して前記位相誤差を検出することを特徴とする請求項 5 記載の復調器。

【請求項 9】 前記直交誤差検出手段は、前記 E i と D q の乗算結果と前記 E q と D i の乗算結果とを加算して誤差信号として出力する手段と、

前記復調信号の位相平面上の信号点位置が前記複素乗算器による位相回転の前後で隣接象限にある場合は前記誤差信号の極性を反転し、前記隣接象限にない場合は前記誤差信号をそのまま出力する極性切替手段とを有して前記極性切替手段の出力を前記直交誤差信号として出力することを特徴とする請求項 1 記載の復調器。

【請求項 10】 前記直交誤差検出手段は、前記 E i と D q の乗算結果と前記 E q と D i の乗算結果とを加算して誤差信号として出力する手段と、

前記数値制御発振器から出力される位相回転信号に基づき前記誤差信号の極性を反転する極性切替手段と、

前記極性切替手段の出力を前記対角線判定手段の出力に基づきオンまたはオフする出力オン/オフ手段とを有して前記直交誤差信号を出力することを特徴とする請求項 2 記載の復調器。

【請求項 11】 前記直交誤差検出手段は、前記 E i と D q の乗算結果と前記 E q と D i の乗算結果とを加算して誤差信号として出力する手段と、

前記数値制御発振器から出力される位相回転信号に基づき前記誤差信号の極性を反転する極性切替手段とを有して前記直交誤差信号を出力することを特徴とする請求項 1 記載の復調器。

【請求項 12】 前記直交誤差除去手段は、前記直交誤差信号の低域ろ波器を通過した信号と Q c h の成分との乗算を I c h の成分から減算して得られることを特徴とする請求項 1、2 記載の復調器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、デジタル変調信

号の復調器に関し、特に、ディジタル無線通信システムにおける多値直交変調信号を復調する復調器の自動直交誤差除去回路に関する。

【0002】

【従来の技術】図20は、従来の復調器の構成を示したブロック図である。

【0003】図20において、従来の復調器は、復調器のIF入力端子に入力される変調信号の搬送波とほぼ同一の周波数を持つローカル発振器3と、発振器の出力位相を $\pi/2$ シフトさせる $\pi/2$ シフタ4と、ローカル発振器3及び $\pi/2$ シフタ4の出力とIF入力を掛け合わせる乗算器1、2と、乗算器1、2の出力をA/D変換するA/D5、6と、IchとQchの振幅差を補正するAGC7と、Ich、Qchそれぞれの信号を正規の信号点に乗せるためのAGC9と、AGC9を制御する信号を生成する振幅誤差信号検出器13と、搬送波周波数とローカル周波数のずれを補正するための誤差検出器14と、位相誤差検出器12と、ループフィルタLPF11と、数値制御発振器(Numerical Controlled Oscillator、NCO)16、複素乗算器8により準同期検波による復調器が構成されていた。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】従来、アナログICで構成された復調器においては、ローカル発振器の出力の直交調整を自動的に行うものが知られているが、本発明のような多値直交復調器として要求される高精度の調整を可能とするICは存在していない。また、QAM等の多値振幅変調方式に対応できるように考慮されていないため、これまで手動にて直交誤差の調整が行われていた。

【0005】具体的には、図20の復調器の直交調整は、 $\pi/2$ シフタ4の位相量を手動でわずかに調整することによって行われていた。このため、従来の復調器は、直交誤差調整のために余分な時間を要していた。

【0006】また、手動調整された $\pi/2$ シフタは、アナログ部品の温度、湿度等により経時変動を起こす可能性が高く、長期に渡って直交性を保証することが困難であった。

【0007】このような経時変化によって直交誤差が生じると、復調信号に直交ずれを生じて符号誤り率の特性が劣化する問題を有していた。

【0008】本発明の目的は、ディジタル的にかつ自動的に直交誤差制御を行うことによって、手動で調整する必要が無く、また、長期に渡って符号誤り率等の特性劣化を引き起こさない復調器を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】かかる目的を達成するため、本発明の復調器は、直交変調信号を受信し復調する復調器において、受信信号を準同期検波して直交する2

成分(Ich、Qch)を出力する準同期検波手段と、前記準同期検波手段の出力の各成分の振幅差を補正すると共に、前記準同期検波手段の出力の周波数オフセットを補正して復調信号を出力する復調手段と、前記復調信号から検出される各成分毎の誤差信号(Ei、Eq)と極性信号(Di、Dq)に基づき直交誤差信号を推定する直交誤差検出手段と、前記直交誤差信号に基づき前記準同期検波手段の出力と複素乗算処理して前記復調信号の直交誤差を除去する直交誤差除去手段とを有することを特徴とする。

【0010】具体的には、本発明は、ディジタル無線通信システムにおける復調器に、周波数オフセット制御に用いる角度信号と誤差信号を用いて制御を行う自動直交制御器を設けている。加えて、直交誤差信号を出力する直交誤差検出器及び直交誤差信号を入力として直交制御を行う直交制御器を備えている。

【0011】直交誤差検出器は、誤差検出器が出力する誤差信号Ei、Eq、極性信号Di、Dq、及びNCOが出力する位相信号Angを用いて位相回転前の直交誤差を推定する。直交制御器は直交誤差検出器の出力する直交誤差信号Qdを用いて位相回転前の誤差信号を推定する。直交制御器は、位相回転前の位置にあるため、この推定した誤差信号によって直交誤差の補正を行う。

【0012】

【発明の実施の形態】(実施の形態1)図1を参照して、本発明の復調器の実施の形態1を説明する。本復調器は、乗算器1、2、発振器3、 $\pi/2$ シフタ4、A/Dコンバータ5、6、AGC7、9、複素乗算器8、誤差検出器14、直交誤差検出器17、位相誤差検出器12、LPF11、NCO16、直交制御器15で構成される。

【0013】これらの各構成要素において、本発明と図19の従来の復調器とを比較すると、本発明ではNCO10が位相回転信号Angを出力している点と直交制御器15及び直交誤差検出器17が追加されている点異なる。

【0014】なお、以下の説明では、本発明の復調器の検波方式は準同期検波を用い、IF信号として入力される変調信号はQPSK、QAM等の多値直交変調信号とする。また、以下の説明においては、それぞれの直交成分(チャンネル)に関して、一般的な表記であるIch、Qchという表記を用いて説明する。

【0015】発振器3は、入力IF信号とほぼ同一周波数のローカル発振器であり、この発振器の出力及び発振器の出力を $\pi/2$ シフタ4によって位相を $\pi/2$ シフトさせたものをそれぞれIF-INに乗算することによって、Ich、Qchの各信号成分が得られる。

【0016】これらは、A/D変換器5、6によって、ディジタル信号に変換されてIch1、Qch1として出力される。本復調器は準同期検波を行うので、Ich

1, $Qch1$ は完全なベースバンド信号ではなく、キャリアの周波数と発振器3の周波数及び位相の差分が含まれている。

【0017】直交制御器15は、 $Ich1$ 、 $Qch1$ を入力として、直交誤差検出器17から入力される直交誤差信号を用いて、直交誤差が除去された信号 $Ich2$ 、 $Qch2$ を出力する。

【0018】AGC7は、 $Ich2$ 、 $Qch2$ を入力として、 Ich と Qch の振幅差が除去された信号 $Ich3$ 、 $Qch3$ を出力する。

【0019】複素乗算器8は、 $Ich3$ 、 $Qch3$ を入力として、NCO16から入力される回転角信号 \sin 、 \cos を用いて、 $Ich3$ 、 $Qch3$ に含まれるキャリアの周波数と発振器3の周波数の差分を除去された信号 $Ich4$ 、 $Qch4$ を出力する。

【0020】AGC9は、振幅誤差検出器13から出力される振幅誤差信号 Ad を用いて、復調信号 $Ich5$ 、 $Qch5$ が正規の信号点にのるように制御を行う。

【0021】誤差検出器14は、AGC9から出力される $Ich5$ 、 $Qch5$ を入力して、誤差信号 Ei 、 Eq 、極性信号 Di 、 Dq を出力する。

【0022】振幅誤差検出器13は、誤差検出器14から出力される誤差信号 Ei 、 Eq 、極性信号 Di 、 Dq を入力して、振幅誤差信号 Ad を出力する。

【0023】位相誤差検出器12は、誤差検出器14から出力される誤差信号 Ei 、 Eq 、極性信号 Di 、 Dq を入力して、位相誤差信号 Pd を出力する。

【0024】位相誤差信号 Pd はLPF11で平滑化されて、NCO16へ入力される。

【0025】NCO16は、LPF11から出力される位相誤差信号 $Pd2$ を位相信号 Ang 、 \sin 、 \cos に変換して出力する。

【0026】以下に、図1の各ブロックについて図面を用いて詳細に説明する。

【0027】図2は、AGC7の構成例を示したブロック図である。図2において、AGC7は、乗算器71、絶対値計算器72、73、加算器74、LPF75によって構成されている。AGC7は Ich と Qch の振幅を比較することによって、 Ich の振幅を Qch の振幅に合わせている。

【0028】図3は、AGC9の構成例を示したブロック図である。図3において、AGC9は、乗算器91、92、LPF93で構成されている。AGC9は、振幅誤差検出器13から出力される振幅誤差信号 Ad を入力して、入力信号 $Ich4$ 、 $Qch4$ が正規の信号点位置にのるように制御を行い復調信号 $Ich5$ 、 $Qch5$ を得る。

【0029】図4は、AGC7に含まれるLPF75、及びAGC9に含まれるLPF93の構成例を示したブロック図である。これら低域通過フィルタは、フリップ

フロップ77と加算器76を用いた積分器で構成できる。

【0030】図5は、LPF11の構成例を示したブロック図である。図5において、LPF11はフリップフロップ(F/F)111、乗算器112、113、加算器114、115で構成され、一般的な2次型のラグ・リードフィルタとなっている。通常、複素乗算器、位相検出器、LPF、NCOで構成されるキャリア再生ループでは、周波数オフセットを打ち消す必要があるため、2次以上のフィルタ構成にする必要がある。

【0031】図6は複素乗算器8の構成例を示したブロック図である。図6において、複素乗算器8は、乗算器81~84と、加算器85、86とで構成される。図6のブロック図に示された演算によって、 $Ich3$ 、 $Qch3$ に含まれるキャリアの周波数および位相オフセット成分が除去される。

【0032】図7は、NCO16の構成例を示したブロック図である。図7において、NCO16は、積分器163、 $\cos()161$ 、 $\sin()162$ で構成されている。LPF8によって平滑化された位相誤差信号を積分することによって、位相信号 Ang が得られる。 $\cos()161$ 、 $\sin()162$ は、位相信号 Ang を入力してそれぞれ $\cos(Ang)$ 、 $\sin(Ang)$ の値を角度信号 \sin 、 \cos として出力する。

【0033】図8は、誤差検出器14の構成例を示したブロック図である。図8において、誤差検出器14は、信号点誤差検出器141と信号点誤差検出器142で構成される。信号点誤差検出器141、142は、入力信号 $Ich5$ 、 $Qch5$ の正規の信号点位置からの誤差を検出して、誤差信号 Ei 、 Eq を出力する。ここで、入力信号 $Ich5$ 、 $Qch5$ が正規の信号点位置より正の方向にずれたときには、誤差信号 Ei 、 Eq は負の値、逆に負の方向にずれたときには正の値が出力されるものとする。正規の信号点位置は変調方式切り替え信号 Mod によって、適用する変調方式に応じて切り替える。また、 $Ich5$ 、 $Qch5$ の符号ビットが極性信号 Di 、 Dq となる。

【0034】図9は、振幅誤差検出器13の構成例を示したブロック図である。図9において、振幅誤差検出器13は、乗算器131で構成される。振幅誤差信号 Ad は、 Ei と Di 、または Eq と Dq を乗算することによって得られる。本図においては、 Ei と Di との乗算により振幅誤差信号 Ad を出力している。

【0035】図10は、位相誤差検出器12の構成例を示したブロック図である。図10より、位相誤差検出器12は、乗算器121、122、加算器123で構成される。位相誤差信号 Pd は、 Eq と Di の乗算結果から、 Ei と Dq の乗算結果を減算することによって得られる。

【0036】図11は、直交誤差検出器17の構成を示したブロック図である。図11において、直交誤差検出器17は、乗算器171、172、加算器173、極性切替器174で構成されている。

【0037】図12は、直交制御器15の構成を示したブロック図である。図12において、直交制御器15は、加算器151、乗算器152、LPF153で構成されている。直交誤差検出器17の出力する直交誤差信号QdをLPF153で平滑化した後、Qch1と掛け合わせてIch1に加算してやることによって、直交誤差が除去される。

【0038】以下、本発明の実施の形態1の動作について、特に本発明の特徴である直交制御器15を中心として詳細に説明する。

【0039】図1において、直交制御器15による処理は、複素乗算器8によって位相回転される前に行われるのに対して、直交誤差検出に用いる信号点誤差信号Ei、Eq及び極性信号Di、Dqは位相回転後の信号から得ている。このために、位相回転後に得られた信号点誤差信号から位相回転前の誤差信号を推定する必要がある。

【0040】図13、14は、いずれもQPSK変調された信号を復調するとき、直交ずれがある場合の復調信号をI-Qの複素平面上に表した図である。

【0041】図13は、搬送波周波数とローカル周波数が完全に一致している場合、即ち、複素乗算器の前後で位相回転がない場合において直交ずれが生じた時の復調信号をI-Qの複素平面上に表した図である。

【0042】また、図14は、搬送波周波数とローカル周波数が一致していない場合、即ち、複素乗算器の前後で位相回転がある場合において直交ずれが生じた時の復調信号をI-Qの複素平面上に表した図である。

【0043】本来、各信号点と原点の距離は等しいため正方形の頂点上にあるが、図13のように直交ずれによって各信号点の形状が菱形状になっている。

【0044】また、複素乗算器による位相回転が加わる

$$\begin{aligned} Ich &= A(t) \cos(\omega t + \delta) \\ &= A(t) \cos \omega t \cdot \cos \delta - A(t) \sin \omega t \cdot \sin \delta \\ &= A(t) \cos \omega t \cdot \cos \delta - Qch \cdot \sin \delta \quad (2) \\ Qch &= A(t) \sin \omega t \end{aligned}$$

となる。この信号が正常に復調されるにはIchに含まれる δ を消去する必要があるが、そのうち、

$$A(t) \cos \omega t \cdot \cos \delta \quad (4)$$

の項は、Ichのゲインが変化しているだけであるから、直交制御器15の後段に位置するAGC9で補正することができる。

【0052】よって、直交制御器では、(2)式の第2項の

$$-Qch \cdot \sin \delta \quad (5)$$

を補正すれば良い。

と、図14の様に、正規の信号点を中心に円を描く。

【0045】これらの状態を補正するには、図13に示すように正規の信号点からの対角線方向のずれを補正するような誤差信号が必要になる。この信号を得るには下記の様な誤差信号Qd'を用いればよい。

【0046】

$$Qd' = Ei \cdot Dq + Eq \cdot Di \quad (1)$$

このように得られた直交誤差信号Qd'は位相回転後の情報であるため、Qd'から位相回転前の直交誤差情報であるQdを推定してやる必要がある。

【0047】図13より、第1象限と第3象限における誤差信号は信号点から原点へ向かう信号であり、第2象限と第4象限の誤差信号は原点から信号点へ向かう信号である。また、誤差信号の絶対値は全て等しい。即ち、直交誤差信号は隣り合う象限においては、絶対値は等しく極性のみが異なる。

【0048】図15は、変調方式が16QAMの場合の復調信号をI-Qの複素平面上に表したものである。図15に示すように、最外殻の信号点を結ぶ正方形の対角線上にある信号点においては、隣接象限までの角度は θ_1 ($\pi/4$)であり、その他の信号点では θ_2 ($\tan(2)$)、又は $\pi/4 - \theta_2$ となり、各信号点によって隣接象限までの角度は異なる。

【0049】図11における極性切替器174は、Ich5、Qch5、位相信号Ang、変調方式信号Modを用いて、位相回転後の復調信号に対して、位相回転前の復調信号が隣接象限にあるのか否かを判定し、隣接象限にある場合には直交誤差信号Qd'の極性を反転した信号、隣接象限にない場合にはQd'そのものを直交誤差信号Qdとして出力する。

【0050】次に、この直交誤差信号を利用して行われる直交誤差制御について説明する。

【0051】IF入力信号をA(t)、ローカル発振器の角速度を ω [rad/s]、直交誤差を δ [rad]とすると、A/Dに入力されるIch、Qchの各信号は

$$(3)$$

【0053】ここで、 δ は短期的には定数と見なせるので、上記直交誤差信号とQchの値を掛け合わせた値をIchから差し引く処理をすることによって、直交誤差は補正できることになる。

【0054】本発明の実施の形態1は、以上の動作原理に基づき構成されている。

(実施の形態2) 本発明の実施の形態2のブロック図を図16に示す。

【0055】本図の構成において、図1と異なるのは対角線検出器19が追加された点と直交誤差検出器18の

構成が異なる点である。

【0056】対角線検出器19は、 I_{ch5} 、 Q_{ch5} 及び変調方式信号Modを用いて、復調信号が図15に示したような対角線上の信号であるか否かを判定し、対角線検出信号Xdを出力する。

【0057】図17は直交誤差検出器18の構成を示したブロック図である。図17において、直交誤差検出器18は、乗算器181、182、加算器183、極性切替器184、出力ON/OFF回路185で構成されている。直交誤差検出器18は、直交誤差検出器17と同様に直交誤差信号Qd'を求めた後、位相回転信号Angのみを用いて、極性を切り替えている。さらに、対角線判定信号Xdを用いて、復調信号が対角線上にある場合には極性を切り替えたQdを出力し、対角線上にない場合には出力しない(0を出力する)。

【0058】対角線上の信号で有れば、隣接象限までの角度は常に、 $\pi/4$ であるから、位相回転後の信号に対して、位相回転前の信号がどの象限に存在するかを判定するには、高々2ビットの位相回転信号Angを用いれば良いことになり、判定回路が単純化される。

(実施の形態3) 本発明の実施の形態3の復調器の構成を示したブロック図を図18に示す。

【0059】図18に示した本発明の実施の形態3は、図16の本発明の実施の形態2の構成に対して対角線検出器19がない点と直交誤差検出器として図19に示す直交誤差検出器20を用いていること以外は全て同一である。

【0060】図19は、直交誤差検出器20の構成を示すブロック図である。本図において、直交誤差信号Qd'の極性切替は極性切替器184にて位相回転信号Angのみを用いて、極性を切り替えている。そして、極性切替器184の出力に直交誤差信号Qdが得られる。

【0061】この構成は、もっとも単純な構成になるが、この場合、対角線上にない復調信号から得られる直交誤差信号Qdの極性は必ずしも正しくないため、誤った制御が行われることになる。

【0062】しかし、通常、信号点は対角線に対して対称に存在するため、Qdを積分した値は、揺らぎこそ大きくなるものの、定常的なオフセットは生じない。従って、直交制御器15内のLPF153の時定数を大きくすることにより、実用上問題を生ずることなく使用できる。

【0063】以上、本発明の実施の形態では、復調器の検波方式を準同期検波、入力される変調信号はQPSK、QAM等の直交変調として説明した。

【0064】しかし、周波数及び位相オフセット補正後の誤差信号及び周波数及び位相オフセット補正時の回転角度情報が得られる構成で有れば、準同期検波でなくとも良い。

【0065】また、変調方式は、QPSK、QAMに限

定されず、たとえばQPSK以外のPSK、あるいはAPSK等でも適用できるのは勿論である。

【0066】

【発明の効果】本発明の復調器は、符号誤り率劣化要因となる直交誤差の調整ずれや温度、径時変化等により発生する直交誤差ずれを特別な操作をすることなく、全てデジタル信号処理を用いて自動的に直交誤差を除去することができる。このため、長期にわたって安定した符号誤り率特性を有する復調器を提供できる。

10 【0067】また、本発明の復調器の直交誤差除去回路は、全てデジタル化されているためLSI化が容易なため、復調器全体の小型、軽量化が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の復調器の実施の形態1の構成を示すブロック図である。

【図2】図1のAGC7の構成を示すブロック図である。

【図3】図1のAGC9の構成を示すブロック図である。

20 【図4】図1のLPF75、93の構成を示すブロック図である。

【図5】図1のLPF11の構成を示すブロック図である。

【図6】図1の複素乗算器8の構成を示すブロック図である。

【図7】図1のNCO6の構成を示すブロック図である。

【図8】図1の誤差検出器14の構成を示すブロック図である。

30 【図9】図1の振幅誤差検出器13の構成を示すブロック図である。

【図10】図1の位相誤差検出器12の構成を示すブロック図である。

【図11】図1の直交誤差検出器17の構成を示すブロック図である。

【図12】図1の直交制御器15の構成を示すブロック図である。

【図13】QPSK復調信号の直交ずれがある場合の信号配置を示す複素平面図である。

40 【図14】QPSK復調信号の直交ずれがある場合の信号配置を示す複素平面図である。

【図15】16QAM復調信号の信号点配置を示す複素平面図である。

【図16】本発明の実施の形態2の構成を示すブロック図である。

【図17】図16の直交誤差検出器18の構成を示すブロック図である。

【図18】本発明の実施の形態3の構成を示すブロック図である。

50 【図19】図18の直交誤差検出器20の構成を示すブ

ロック図である。

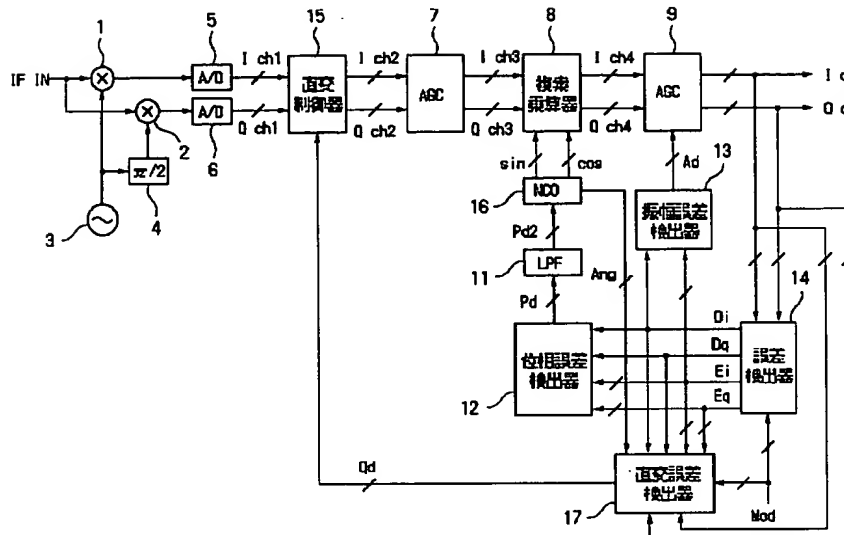
【図20】従来の復調器の構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

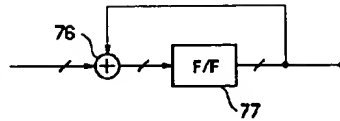
- 1, 2 乗算器
3 発振器
4 $\pi/2$ シフタ
5, 6 A/Dコンバータ
7, 9 AGC

- 8 複素乗算器
11 LPF
12 位相誤差検出器
13 振幅誤差検出器
14 誤差検出器
15 直交制御器
16 NCO
17 直交誤差検出器

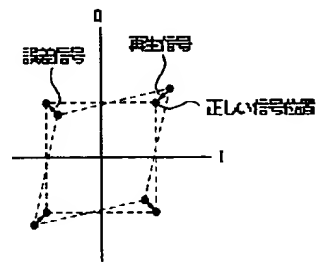
【図1】



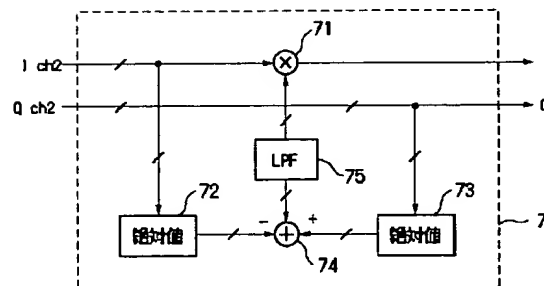
【図4】



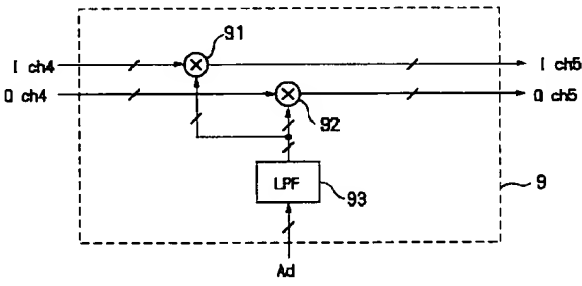
【図13】



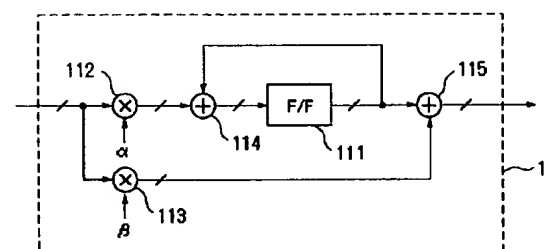
【図2】



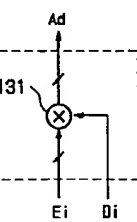
【図3】



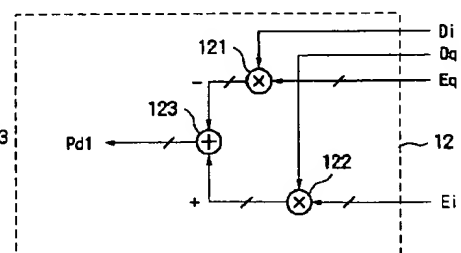
【図5】



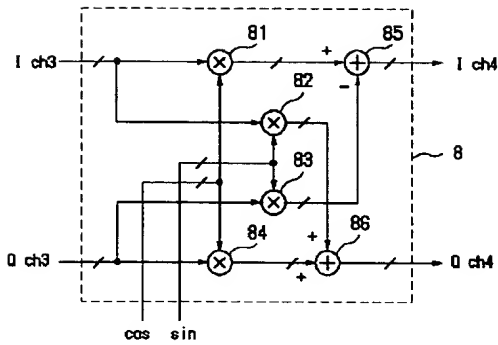
【図9】



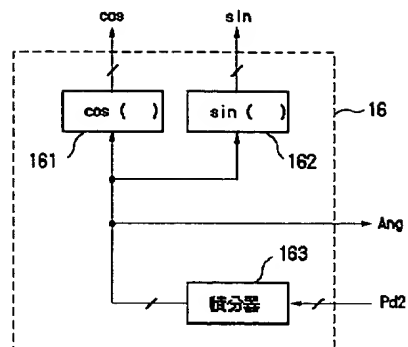
【図10】



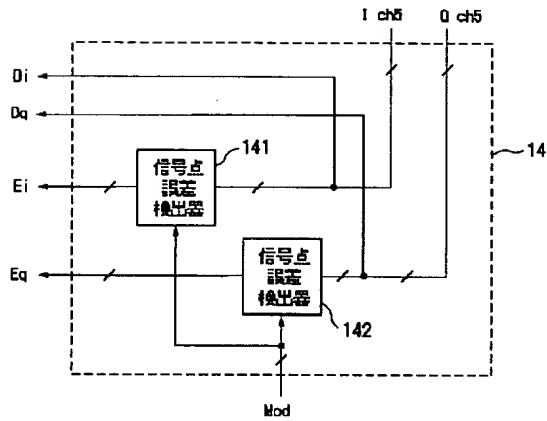
【図6】



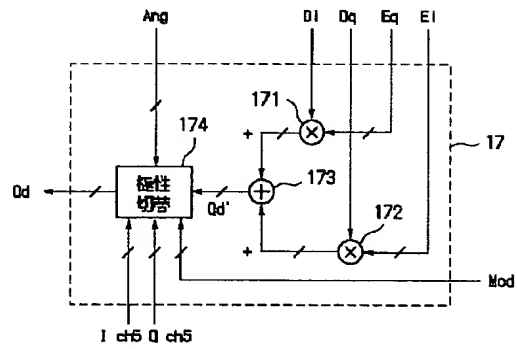
【図7】



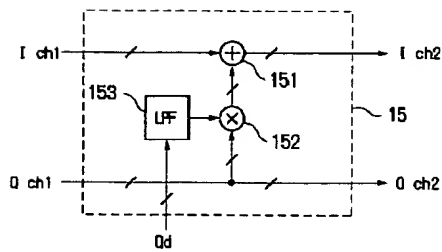
【図8】



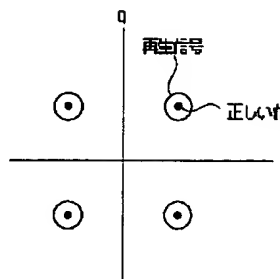
【図11】



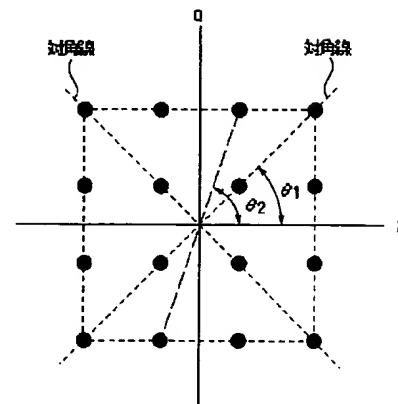
【図12】



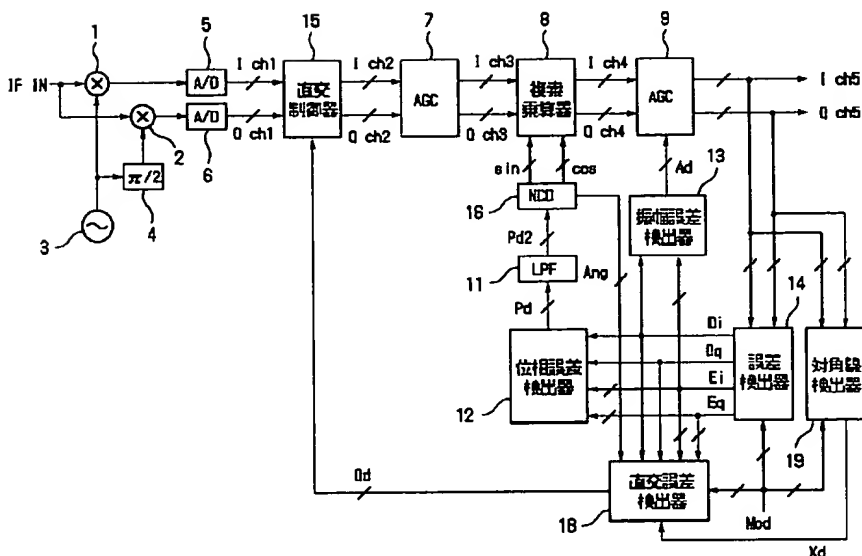
【図14】



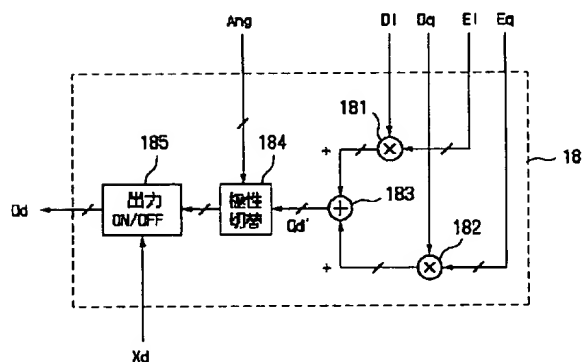
【図15】



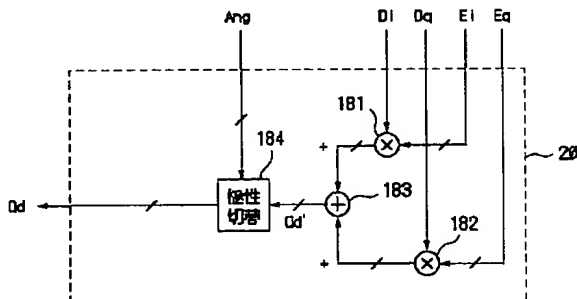
【图 16】



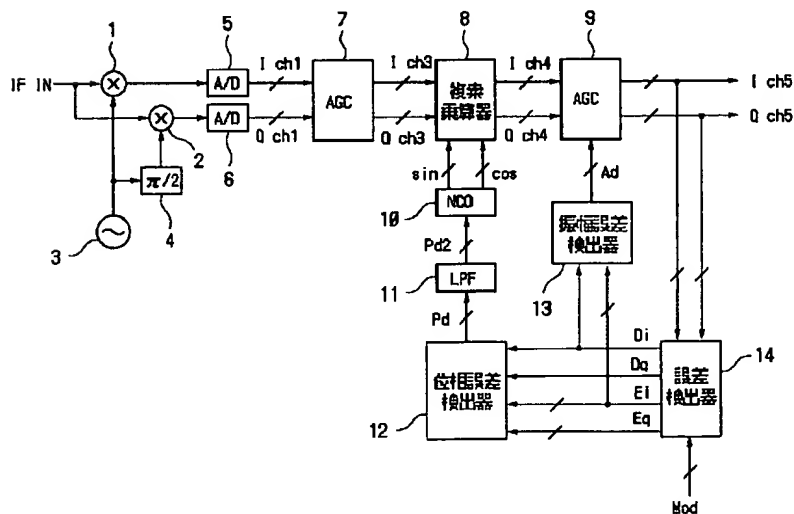
【図 17】



【图 19】



【图 20】



[illegible]

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)